



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 198 41 977.5  
22 Anmeldetag: 14. 9. 1998  
43 Offenlegungstag: 3. 2. 2000

51 Int. Cl. 7:  
C 09 D 5/25  
C 09 D 185/00  
C 09 D 175/06  
C 09 D 179/08  
H 01 B 3/00  
H 02 K 15/12  
C 07 F 7/28

DE 198 41 977 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Herberts GmbH, 42285 Wuppertal, DE  
74 Vertreter:  
Türk, Gille, Hrabal, Struck, 40593 Düsseldorf

72 Erfinder:  
Böhm, Frank-Rainer, Dipl.-Chem. Dr., 51519  
Odenthal, DE; Schindler, Heinz, Dipl.-Chem. Dr.,  
40883 Ratingen, DE

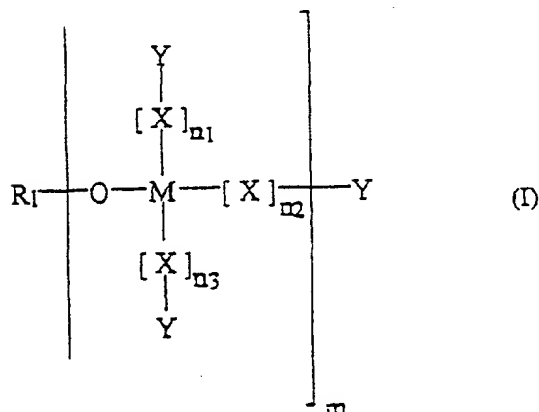
56 Entgegenhaltungen:  
US 58 54 350 A  
EP 05 01 055 A1  
WO 97 14 756 A1  
JP 01 -002 39 985 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Für metallische Leiter geeignete Beschichtungszusammensetzung

57 Für elektrische Leiter geeignete Beschichtungszusammensetzung, enthaltend  
A. 5 bis 100 Gew.-% anorganisch-organische Hybridpolymere mit einem Gehalt an Titan, Zirkon, Hafnium, Silicium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und/oder Tantal,  
B. 0 bis 90 Gew.-% übliche Bindemittel und  
C. 0 bis 95 Gew.-% übliche Additive, Lösemittel, Pigmente und/oder Füllstoffe, wobei das anorganisch-organische Hybridpolymer folgender allgemeiner Formel I entspricht:



mit  $n_1, n_2, n_3$  jeweils  $\geq 0$  und ganzzahlig und  $m \geq 1$ , wobei gilt  $1/(m + n_1 + n_2 + n_3) = 0,005$  bis  $1,0$ , wobei  
M = Titan, Zirkonium, Hafnium, Silizium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und/oder Tantal,  
X = über Sauerstoff gebundene elementorganische Verbindungen; über Sauerstoff gebundene Polymerreste; über Sauerstoff gebundene Aliphaten, Aromaten, Alkohole, Ester und Ether; Aromaten und Aliphaten und/oder Chelatbildner;  
Y = Wasserstoff,  $\text{OR}_2$ ,  $\text{OR}_3$  und/oder  $\text{OR}_4$  und  $\text{R}_1$  bis  $\text{R}_5$  Polymerreste, Aromaten, Aliphaten, Ester, Ether, Alkoholate, Fette und Chelatbildner sein können.

DE 198 41 977 A 1

Die Erfindung betrifft eine Beschichtungszusammensetzung, insbesondere für metallische Leiter, wie Drähte, zur Verbesserung ihrer Teilentladungsbeständigkeit.

- 5 Drahtwicklungen für Drehstrommotoren, beispielsweise für frequenzumrichter gesteuerte Motoren, erfordern eine hohe thermische Dauerbeständigkeit sowie eine hohe Biegefestigkeit der Isolierschicht, um beispielsweise Hochspannungsbelastungen bzw. impulsförmige Spannungsbelastungen überstehen zu können. Eine Anforderung an Drahtwicklungen elektrischer Betriebsmittel ist die Teilentladungsbeständigkeit der Drahtbeschichtungen. Sie spielt insbesondere eine Rolle, wenn nebeneinander liegende Drahtwicklungen Hochspannungsbelastungen ausgesetzt werden. Für diese  
10 Zwecke müssen die Beschichtungen eine hohe Teilentladungsbeständigkeit aufweisen.

- Es ist bekannt, Elektroisierlacke zu verwenden, welche Titansäureester oder Komplexe organischer Titanverbindungen (Titanchelate) und/oder die entsprechenden Vanadium- oder Zirkoniumverbindungen enthalten (siehe Kittel, Lehrbuch der Lacke und Beschichtungen, Band 3, Seite 396, Columb-Verlag 1976). Die genannten Verbindungen dienen als Katalysator oder Vernetzer bei der Filmbildungsreaktion und sind im allgemeinen bis zu 5 Gew.-% in den Zusammensetzungen enthalten. Eine Teilentladungsbeständigkeit ist weder angestrebt, noch kann sie im geforderten Maß erreicht werden.  
15

- Gemäß WO 96/41 909 erfolgt eine Drahtbeschichtung im Rahmen einer Mehrschichtlackierung mit einer Zusammensetzung aus einem Bindemittel und einem teilchenförmigen Material, wobei das teilchenförmige Material Metalloxide, beispielsweise Titandioxid, Zirkoniumoxid, Zinkoxid, Eisenoxid oder Tonerden darstellt und in einer Menge von 1 bis 65 Gew.-% in dem Bindemittel vorliegen kann. Bei der Herstellung von derartig beschichteten Drähten treten Vordehnungen auf, die zu einer Zerstörung der Lackschichten führen, so daß die Anforderungen an die Teilentladungsbeständigkeit nicht erfüllt werden.  
20

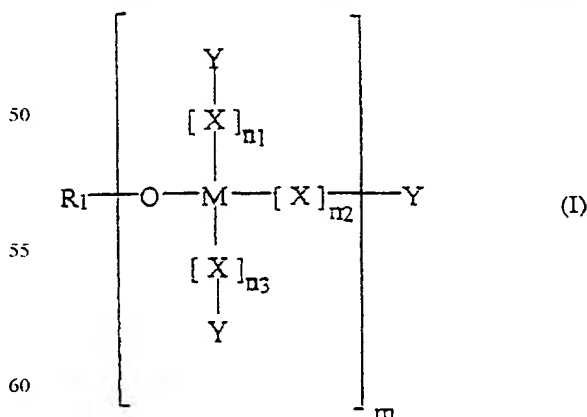
- Gemäß der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 198 11 333,1 der gleichen Anmelderin wird eine teilentladungsbeständige Beschichtung für metallische Leiter vorgeschlagen, welche neben einem oder mehreren Bindemitteln elementorganische Verbindungen, nämlich organische Verbindungen mit insbesondere den Elementen Silizium, Germanium, Titan und Zirkon enthält. Als organische Reste werden eingesetzt C1 bis C20-Alkylreste oder chelatbildende Reste, Alkylamin-, Alkanolamin-, Acetat-, Citrat-, Lactat- und/oder Acetonatreste. Die Zusammensetzung kann mit oder ohne bereits vorhandener Überzüge auf die Drähte aufgetragen werden und ist geeignet auch als Einschicht-Auftrag. Die verwendeten metallorganischen Verbindungen stellen monomere Verbindungen dar. Die sie enthaltenden Zusammensetzungen ermöglichen eine gute Teilentladungsbeständigkeit und somit eine längere Lebensdauer der Beschichtung.  
25

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Beschichtungszusammensetzung für Drähte und/oder Drahtwicklungen bereitzustellen, welche eine Erhöhung der Teilentladungsbeständigkeit und damit eine erhöhte Dauerbelastung unter Einwirkungen von hohen Spannungen und hohen Temperaturen ohne Beschädigung des Überzuges gewährleisten. Die erzielten Überzüge sollen die bei der Herstellung der Drahtwicklungen erfolgende Vordehnung des beschichteten Drahtes ohne Beschädigung überstehen.  
30

Es hat sich gezeigt, daß diese Aufgabe gelöst werden kann durch eine Beschichtungszusammensetzung, welche enthält

- 40 A. 5 bis 100 Gew.-% eines oder mehrerer anorganisch-organischer Hybridpolymerer mit einem Gehalt an Titan, Zirkon, Hafnium, Silicium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und/oder Tantal,  
B. 0 bis 90 Gew.-% eines oder mehrerer üblicher Bindemittel und  
C. 0 bis 95 Gew.-% eines oder mehrerer üblicher Additive, Lösemittel, Pigmente und/oder Füllstoffe.

- 45 wobei das anorganisch-organische Hybridpolymer folgender allgemeiner Formel I entspricht:



mit  $n_1, n_2, n_3$  jeweils  $\geq 0$  und ganzzahlig und  $m \geq 1$ , wobei gilt  $1/(m+n_1+n_2+n_3) = 0.005$  bis 1.0, bevorzugt 0.03 bis 1.0, beispielsweise bevorzugt 0.07 bis 0.5, wobei

- 65 M = Titan, Zirkonium, Hafnium, Silizium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und/oder Tantal,

X = folgende Substituenten: über Sauerstoff gebundene elementorganische Verbindungen mit Elementen wie Titan, Zirkonium, Silicium, Hafnium; über Sauerstoff gebundene Polymerreste; über Sauerstoff gebundene Aromaten; über Sau-

erstoff gebundene Aliphaten, Alkohole, Ester, und Ether sowie Aromaten, Aliphaten und/oder Chelatbildner.

Y = Wasserstoff,  $OR_2$ ,  $OR_3$ , und/oder  $OR_4$ , und

$R_1$  bis  $R_5$  Polymerreste, Aromaten, Aliphaten, Ester, Ether, Alkoholate, Fette und Chelatbildner sein können, wobei die verschiedenen Reste M, X, Y und  $R_1$  bis  $R_5$  jeweils gleich, teilweise gleich oder unterschiedlich sein können.

Als M sind verwendbar, Titan, Zirkonium, Hafnium, Silizium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und Tantal. Bevorzugt einsetzbar sind Titan und/oder Zirkonium.

Beispiele für den Substituenten X sind bezüglich der elementorganischen Verbindungen  $OTi(OR_5)_2$ ,  $OZr(OR_5)_2$ ,  $OSi(OR_5)_2$ ,  $OHf(OR_5)_2$ . Über Sauerstoff gebundene Polymerreste können beispielsweise abgeleitet sein von Acrylat-, Phenol-, Melamin-, Polyurethan-, Epoxid-, Polyamid-, Polyester-, Polyesterimid-, Polyamidimid-, Polysulfid-, Polyvinylformalharzen. Über Sauerstoff gebundene Aromaten sind beispielsweise Phenyl, Kresyl, Nonylphenyl, über Sauerstoff gebundene Aliphaten sind beispielsweise verzweigte lineare, gesättigte und/ oder ungesättigte Alkylreste  $C_1$  bis  $C_{30}$  oder Fettsäureabkömmlinge, über Sauerstoff gebundene Ether sind beispielsweise verzweigte lineare Ether wie Diphenylglykolat, Triethylenglykolat. Weiterhin können als Substituenten X enthalten sein Alkohole wie beispielsweise verzweigte lineare Alkohole, wie z. B. 1-Hydroxymethylpropan-1,1-dimethylol, 2,2-Bis-(hydroxymethyl)-1,3-propan-diol, 2-Hydroxypropan-1,3-diol; als Ester sind beispielsweise verzweigte lineare Ester einsetzbar, als Aromaten beispielsweise die o. g. Aromaten, als Aliphate beispielsweise die o. g. Aliphaten sowie Chelatbildner, beispielsweise Aminotriethanonlat, Aminodiethanolat, Acetylaketonat, Ethylacetoacetat, Lactat.

Bevorzugt werden als Reste X verwendet  $OTi(OR)_2$ ,  $OZr(OR_5)_2$ , Acrylat-, Polyesterharze, Aminotriethanolat, Acetylaketonat, Triethylenglykolat. Die Reste  $R_5$  können gleich oder verschieden sein.

Der Substituent Y ist bevorzugt Butyldiglykolat, THEIC-Polyesterimidharze, THEIC-Polyesterharze, Polyurethanharze, Acrylatharze. Y ist gemäß Formel I nicht zwingend erforderlich. Dabei ist unter THEIC folgendes zu verstehen: Trishydroxyethylisocyanurat.

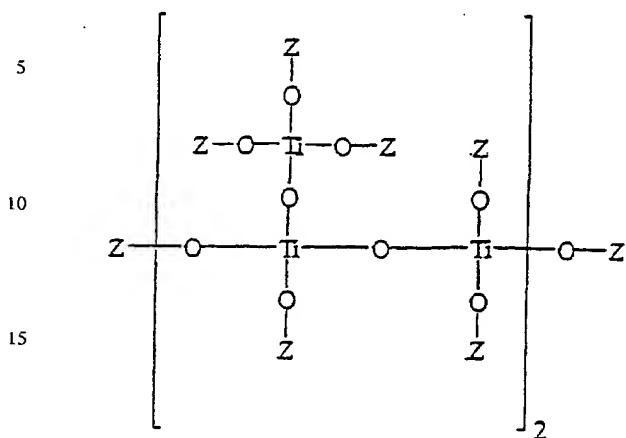
Die Substituenten  $R_1$  bis  $R_5$  können Polymersubstituenten sein wie beispielsweise Acrylat-, Phenol-, Melamin-, Polyurethan-, Polyester-, Polyesterimid-, Polysulfid-, Epoxid-, Polyamid-, Polyvinylformalharze. Desweiteren können die Reste  $R_1$  bis  $R_5$  stehen für Aromaten, z. B. Phenyl Kresyl, Nonylphenyl; für Aliphaten, z. B. verzweigte lineare, gesättigte, ungesättigte Alkylreste  $C_1$  bis  $C_{30}$ ; für Ester und Ether, z. B. Methylglykolat, Methylglykolat, Ethylglykolat, Butyldiglykolat, Diethylenglykolat, Triethylenglykolat, für Alkohole, z. B. 1-Hydroxymethylpropan-1,1-dimethylol, 2,2-Bis-(hydroxymethyl)-1,3-propan-diol, 2-Hydroxypropan-1,3-diol, Ethylenglykolat, Neopentylglykolat, Hexandiolat, Butandiolat; für Fette z. B. Rizinusöl sowie für Chelatbildner z. B. Aminotriethanonlat, Aminodiethanolat, Acetylaketonat, Ethylacetoacetat, Lactat.

Bevorzugt kommen als Substituenten  $R_1$  bis  $R_5$  Acrylatharze, Polyurethanharze, Polyesterharze, THEIC-Polyesterharze, THEIC-Polyesterimidharze, Aminotriethanonlat, Acetylaketonat und/oder Butyldiglykolat zum Einsatz.

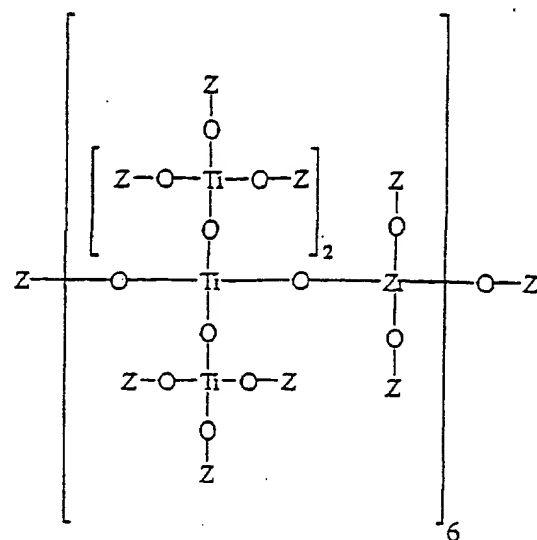
Der erfindungsgemäßen Zusammensetzung können zusätzlich monomere metallorganische Substanzen zugesetzt werden. Diese können beispielsweise sein ortho-Titansäureester, ortho-Zirkonsäureester wie z. B. Nonyl-, Cetyl-, Stearyl-, Triethanolamin-, Diethanolamin-, Acetylaketon-, Acetessigester-, Tetrakispropyl-, Kresyl-, Tetrabutyltitanat bzw. -zirkonat. Desweiteren können auch Titanetralactat sowie monomere Hafnium- und Siliziumverbindungen enthalten sein, beispielsweise Hafniumtetrabutoxid und Tetraethylsilikat. Darüber hinaus sind auch bestimmte Mengen Silikonharze zusätzlich einsetzbar.

Die zusätzlich enthaltenden monomere metallorganische Verbindungen können bis zu Gehalten von 0 bis 70 Gew.-% in der erfindungsgemäßen Zusammensetzung vorhanden sein.

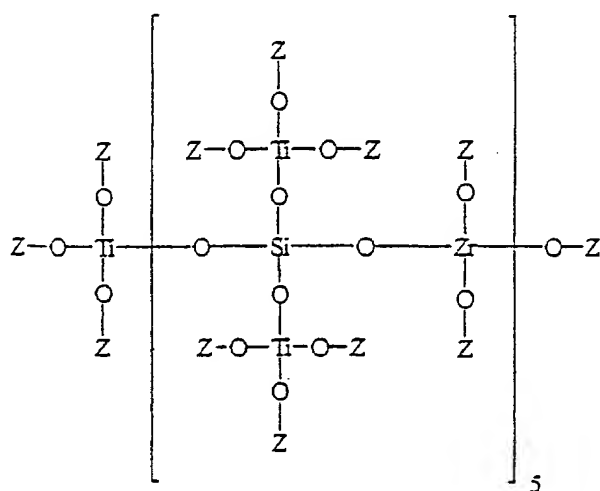
Beispiele für die als Komponente A verwendbaren Polymere sind gemäß Formel II bis Formel V dargestellt.



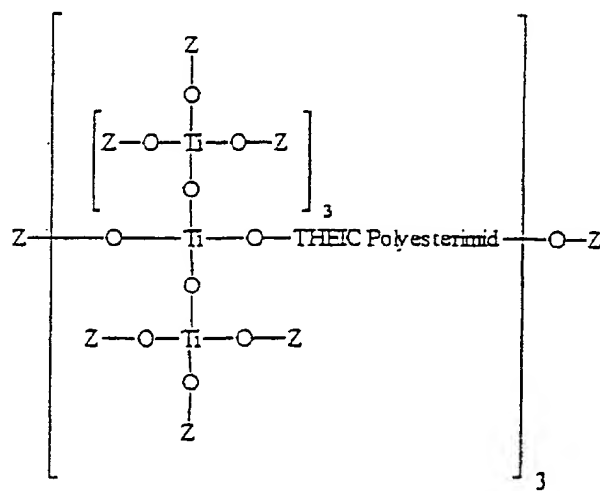
(II)



(III)



(IV)



(V)

Der Substituent Z steht für verschiedene organische Substituenten, wie z. B. Butyldiglykolat, Acetylacetonat, Amino-

Gemäß Formel II ist als M Titan enthalten. Die Formeln III und IV stellen Beispiele dar für Komponenten A dar, welche zwei verschiedene M, beispielsweise Titan und Zirkonium oder beispielsweise Silizium und Zirkonium, enthalten. Das Beispiel gemäß Formel V stellt ein hochtemperaturstabilen Drahtlackharz dar.

Die Herstellung der Komponente A kann erfolgen durch übliche Polykondensationsreaktionen der organischen monomeren Bausteine entsprechend den erfindungsgemäßen Substituenten X, Y, R<sub>1</sub> und R<sub>5</sub> zusammen mit zur Einführung der Gruppe M geeigneten Metall-Verbindungen bzw. den nicht-organischen Verbindungen (beispielsweise entsprechend: Feld, Cowe: The Organic Chemistry of Titanium, Butterworth & Co. Ltd., London, 1965). Ebenso kann auch das bereits auskondensierte organische Harz bzw. dessen Lösung/ Suspension mit monomeren oder auch polymeren Metall-Verbindungen bzw. nicht-organischen Verbindungen, die zur Einführung der Gruppe M geeignet sind, zu den entsprechenden Hybridharzen umgesetzt werden.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung kann als Komponente B ein oder mehrere weitere Bindemittel enthalten, wie sie auf dem Sektor der Drahtbeschichtung oder als Tränkmittel bekannt und üblich sind. Beispielsweise kann es sich handeln um Polyester, Polyesterimide, Polyamide, Polyamidimide, Phenolharze, Polyvinylformale und/oder verkappte

Isocyanate. Als weitere Bindemittel sind auch verwendbar z. B. Epoxide, Acrylatharze. Vorzugsweise kommen zum Einsatz Polyester und Polyesterimide.

Als Polyester können beispielsweise solche eingesetzt werden, die für die Drahtbeschichtung bzw. für Tränkmittel bekannt sind. Dies können auch Polyester mit heterocyclischen stickstoffhaltigen Ringen, beispielsweise Polyester mit ein-kondensierten Imidstrukturen sein.

Die Polyester sind insbesondere Kondensationsprodukte aus mehrwertigen aliphatischen aromatischen und/oder cycloaliphatischen Carbonsäuren, mehrwertigen Alkoholen und im Fall der imidhaltigen polyesteraminogruppenhaltige Verbindungen, gegebenenfalls mit einem Anteil an monofunktionellen Verbindung, beispielsweise einwertigen Alkoholen.

Die gesättigten Polyesterimide basieren vorzugsweise auf Therephthalsäurepolyester, welche neben Diolen auch Polyole und als zusätzliche Dicarbonsäurekomponente ein Umsetzungsprodukt aus Diaminodiphenylamin und Trimellitsäureanhydrid enthalten können.

Desweiteren sind auch ungesättigte Polyesterharze und/oder Polyesterimide einsetzbar. Bevorzugt eingesetzt werden ungesättigte Polyester und/oder Polyesterimide.

Weiterhin können als Komponente B verwendet werden Polyamide, beispielsweise thermoplastische Polyamide, desweiteren Polyamidimide wie sie z. B. hergestellt werden aus Trimellitsäureanhydrid und Diisocyanato-Diphenylmethan. Als Komponente B verwendbare Phenolharz und/oder Polyvinylformale sind verwendbar beispielsweise Novolacke, erhältlich durch Polykondensation von Phenolen und Aldehyden bzw. Polyvinylformale, erhältlich aus Polyvinylalkoholen und Aldehyden und/oder Ketonen. Als Komponente B sind ebenfalls verwendbar verkappte Isocyanate wie z. B. Addukte aus Polyolen und Diisocyanaten, wobei als Verkappungsmittel üblicherweise Kresole und Phenole eingesetzt werden.

Als Komponente C können die Zusammensetzungen, falls gewünscht, Pigmente und/oder Füllstoffe enthalten beispielsweise farbgebende anorganische und/oder organische Pigmente wie Titandioxid oder Ruß und Effektpigmente wie Metallschuppenpigmente und/oder Perlglanzpigmente. Als Additive können beispielsweise übliche Lackzusatzstoffe enthalten sein, beispielsweise Streckmittel, plastifizierende Komponenten, Beschleuniger (z. B. Metallsalze, substituierte Anine), Initiatoren (z. B. Photoinitiatoren, auf Wärme ansprechende Initiatoren), Stabilisatoren (z. B. Hydrochinone, Chinone, Alkylphenole, Alkylphenoether), Entschäumer, Verlaufsmittel.

Zur Erhöhung der Löslichkeit können die Zusammensetzungen organische Lösungsmittel wie beispielsweise aromatische Kohlenwasserstoffe, N-Methylpyrrolidon oder sogenannte Reaktivverdünner wie beispielsweise radikalisch polymerisierbare Monomere wie Styrol, Vinyltoluol, (Methylacrylate) enthalten.

Bei Verwendung als Drahtlack können die Zusammensetzungen beispielsweise 30 bis 80 Gew.-% organische Lösungsmittel enthalten. Insbesondere bei Einsatz als Tränkmittel sind die Zusammensetzungen lösemittelfrei. Sie enthalten gegebenenfalls die genannten Reaktivverdünner.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung kann gegebenenfalls mit konventionellen Drahtlacken gemischt werden und anschließend nach üblichen Verfahren appliziert werden.

Das Auftragen der erfindungsgemäßen Zusammensetzung kann unabhängig von Art und Durchmesser des verwendeten Drahtes nach üblichen Methoden erfolgen. Dabei kann der Draht mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung direkt beschichtet und anschließend in einem Ofen eingebrannt werden. Das Beschichten und Einbrennen kann gegebenenfalls mehreremale nacheinander geschehen. Die Anordnung der Öfen kann dabei in horizontaler oder vertikaler Weise erfolgen, wobei die Beschichtungsbedingungen wie Dauer und Anzahl der Beschichtungen, Einbrenntemperatur, Beschichtungsgeschwindigkeit üblicherweise und in Abhängigkeit von der Art des zu beschichtenden Drahtes gestaltet werden. Beispielsweise liegen die Beschichtungstemperaturen in einem Bereich von Raumtemperatur bis 400°C. Darüber hinaus können beim Lackieren auch Umgebungstemperaturen oberhalb 400°C, beispielsweise bis 800°C und darüber möglich sein, ohne Beeinträchtigung der Güte des erfindungsgemäßen Überzuges.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung kann nicht nur zur Beschichtung eines einzelnen Drahtes verwendet werden, sondern zur Beschichtung einer gesamten Drahtwicklung. Diese Drahtwicklung wird in diesem Fall insbesondere mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung getränkt. Besonders geeignet hierfür sind Zusammensetzungen auf der Basis ungesättigter Polyester und/oder Polyesterimide. Das Tränken kann geschehen beispielsweise durch Tauchinprägnieren, Fluten, Vakuuminprägnieren, Vakuumdruckinprägnieren und/oder Träufelinprägnieren. Für ein gutes Eindringen der Zusammensetzung in die Lackwicklung können die zu beträufelnden Objekte vor dem Imprägnieren vorerwärmt werden. Nach dem Imprägnieren erfolgt die Härtung durch thermische Behandlung beispielsweise über Strom oder über eine separate Wärmequelle wie einem Ofen, wobei online bzw. kontinuierlich gearbeitet werden kann. Beispielsweise bei Temperaturen in einem Bereich von 80 bis 180°C und einem Zeitraum von 1 Minute bis 180 Minuten. Vor oder nach dem thermischen Härten kann ein An- bzw. Aushärten durch energiereiche Strahlung erfolgen, beispielsweise durch UV-Licht oder Elektronenstrahlung (für Tränkmittel existiert in diesem Fall kein Beispiel.)

Die erfindungsgemäße Beschichtungszusammensetzung kann sowohl als Bestandteil eines Drahtlackes als auch als Bestandteil eines Tränkmittels zur Fixierung von Drahtwicklungen zum Einsatz kommen.

Der Einsatz der erfindungsgemäßen Zusammensetzung kann unabhängig von der Art und dem Durchmesser des Drahtes erfolgen. Es können beispielsweise Drähte mit einem Durchmesser von 5 µm bis 6 mm beschichtet werden. Als Drähte sind die üblichen metallischen Leiter verwendbar beispielsweise aus Kupfer und Aluminium.

Erfindungsgemäß können die Drähte mit oder ohne bereits vorhandene Überzüge beschichtet werden. Vorhandene Überzüge können beispielsweise sein Isolationsbeschichtungen sowie Flammschutzbeschichtungen. Bei derartigen Fällen kann die Schichtdicke der erfindungsgemäßen Beschichtung stark differieren.

Insbesondere ist die erfindungsgemäße Zusammensetzung geeignet als Einsicht-Auftrag.

Es ist auch möglich, über die erfindungsgemäße Beschichtung weitere Beschichtung vorzunehmen, beispielsweise Isolationsbeschichtungen, wie sie auch als erste Schicht verwendbar sind. Derartige Beschichtungen dienen beispielsweise als Decklack dem verbesserten mechanischen Schutz sowie der Schaffung von gewünschten Oberflächeneigenschaften wie der Glättung. Besonders geeignet dafür sind beispielsweise Zusammensetzungen auf der Basis von Poly-

amiden, Polyamidiniden und Polyimiden.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung kann in üblichen Schichtdicken aufgetragen werden, der Vorteil besteht insbesondere darin, daß auch dünne Schichten aufgetragen werden können, ohne daß die erfindungsgemäß erzielte Teilentladungsbeständigkeit sowie die Haftung und Dehnbarkeit der Überzüge beeinflusst wird. Die Trockenschichtdicke kann variieren entsprechend den genormten Werten für dünne und dicke Drähte.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung kann als Bestandteil von Tränkmitteln verwendet werden, wenn Drahtwicklungen fixiert werden sollen, die darüber hinaus eine Teilentladungsbeständigkeit neben weiteren üblichen Erfordernissen für Drahtwicklungen aufweisen sollen. Besonders geeignet ist die erfindungsgemäße Zusammensetzung zum Fixieren von Drahtwicklungen in elektrischen Betriebsmitteln wie beispielsweise Rotoren, Statoren. Darüber hinaus können auch Wicklungen von Metallfolien, beispielsweise Kupferfolien fixiert werden.

Vor dem Tränken der Drahtwicklung kann der einzelne Draht vorzugsweise mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung beschichtet werden.

Die mit der erfindungsgemäßen Zusammensetzung erzielten Überzüge ermöglichen gegenüber den bisher üblichen Zusammensetzungen eine erhöhte Teilentladungsbeständigkeit der Beschichtung, wodurch eine Dauerbelastung unter Einwirkung von hohen Spannungen sowie impulsförmigen Spannungen möglich wird. Sie zeichnen sich insbesondere durch eine erhöhte Dauerbelastbarkeit im Vergleich zu derartigen Zusammensetzungen aus, die neben Bindemitteln auch elementorganische Verbindungen beispielsweise aus der Gruppe Titan, Zirkonium, Hafnium, Vanadium, Tantal enthalten. Insbesondere überstehen die mit den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen erzielten Überzüge im Vergleich zu den genannten Zusammensetzungen des Standes der Technik die bei der Herstellung von Drahtwicklungen erfolgende Vordehnung, ohne Beschädigung und unter Aufrechterhalten der erhöhten Teilentladungsbeständigkeit und einer langen Lebensdauer. Insbesondere sind derartige beschichtete Drähte geeignet für den Einsatz in Motoren, die Hochspannungsübertragungen unbeschadet überstehen müssen wie beispielsweise Drehstrommotoren und frequenzumrichter gesteuerte Motoren.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Beispiele erläutert:

#### Beispiel 1

##### Darstellung eines anorganisch-organischen Hybridpolymeren auf Titanbasis

In einem 2-Liter Dreihalskolben, ausgestattet mit Thermometer, Rührer, Kolonne und Destillationseinheit werden 348,7 g Triethanolamin vorgelegt und unter Rühren nacheinander mit 284,0 g ortho-Titansäure-tetra-isopropylester und 15,0 g Wasser versetzt. Es ist eine exotherme Reaktion bis 64°C erkennbar. Unter Aufheizen auf 195°C innerhalb 4 Stunden destilliert man 306 ml Isopropanol ab (240 g). Nach Abkühlen auf unter 60°C gibt man unter Rühren 133,5 g Butylglykol hinzu. Die Harzlösung besitzt einen Feststoffgehalt von 73,6% bei einer Viskosität von 2300 mPas.

#### Beispiel 2

##### Darstellung eines anorganisch-organischen Hybridpolymeren auf Titan/Zirkonbasis

Analog zu Beispiel 1 werden 244,2 g ortho-Titansäure-tetra-isopropylester mit 61,6 g Tetra-n-propyl-zirkont, 348,7 g Triethanolamin und 15,0 g Wasser zur Reaktion gebracht. Verdünnt wurde mit 139,3 g Ethylenglykol. Die Harzlösung besitzt einen Feststoffgehalt von 75,2% bei einer Viskosität von 3600 mPas.

#### Vergleichsbeispiel 1a

In einem 2-Liter Dreihalskolben mit Rührer, Thermometer und Destillationseinheit (Kolonne und Destillationsbrücke) werden 261,2 g Tris-(2-hydroxyethyl)-isocyanurat (THEIC), 93,2 g Ethylenglykol, 194,2 g Dimethylterephthalat (DMT) und 0,5 g Zinkacetat in 4 Stunden auf 210°C erhitzt. Dabei werden 60 g Methanol abdestilliert. Nach Kühlen auf 150°C erfolgt Zugabe von 192,1 g Trimellithsäureanhydrid (TMA) und 99,0 g Methylenanilin (DADM). Innerhalb 3 Stunden wird unter Rühren auf 220°C erhitzt und weitere 3 Stunden bei dieser Temperatur gehalten. Dabei destilliert man 33 g Wasser ab. Nun erfolgt Abkühlen auf 180°C ab und Zugabe von 500,0 g Kresol.

Die vorliegende Harzlösung besitzt einen Feststoffgehalt von 60,1% bei einer Viskosität von 72,5 Pas.

#### Vergleichsbeispiel 1b

Der Lack aus Vergleichsbeispiel 1a wird mit 117 g Kresol, 47 g Solvesso 100 und 88 g Xylol verdünnt und mit 9,0 g eines handelsüblichen Phenolharzes A, 45,0 g eines handelsüblichen Phenolharzes B versetzt. Nach Einrühren von 18,0 g ortho-Titansäure-tetra-butylester erhält man einen Drahtlack mit einem Feststoffgehalt von 41,2% und einer Viskosität von 900 mPas.

#### Beispiel 3

Mischung aus einem anorganisch-organischen Hybridpolymer auf Titan- und einem üblichem Drahtlack auf THEIC-Polyesterimid-Basis

Mischt man 500 g des Drahtlackes aus Vergleichsbeispiel 1b mit 500 g des anorganisch-organischen Hybridpolymers aus Beispiel 1 und verdünnt mit 430 g Kresol, resultiert ein Drahtlack mit einem Feststoffgehalt von 40,2% und einer Viskosität von 750 mPas.

## Beispiel 4

Mischung aus einem anorganisch-organischen Hybridpolymer auf Titan-Zirkon- und einem üblichem Drahtlack auf THEIC-Polyesterimid-Basis

Mischt man 500 g des Drahtlackes aus Vergleichsbeispiel 1b mit 500 g des anorganisch-organischen Hybridpolymers aus Beispiel 2 und verdünnt mit 430 g Kresol, resultiert ein Drahtlack mit einem Feststoffgehalt von 40,5% und einer Viskosität von 1030 mPas.

## Beispiel 5

Darstellung eines anorganisch-organischen Hybridpolymeren auf Titan/THEIC-Polyesterimid-Basis und den daraus resultierenden Drahtlack

Mit dem gleichen Equipment wie in Beispiel 1 werden 500 g der THEIC-Polyesterimid-Lösung aus Vergleichsbeispiel 1a mit 75,3 g ortho-Titansäure-tetraisopropylester versetzt und innerhalb 5 Stunden auf 205°C geheizt und dabei 79 ml Isopropanol abdestilliert. Nach Abkühlen auf 180°C wird mit 488,3 g Kresol und anschließend mit 50 g Solvesso 100 verdünnt. Nach Zugabe von 15,0 g eines handelsüblichen Phenolharzes erhält man einen Drahtlack mit einem Feststoffgehalt von 30,5% und einer Viskosität von 320 mPas.

## Applikation

Auf einer üblichen Drahtlackieranlage werden Kupferdrähte mit einer Blankdrahtstärke von 0,3 mm mit den aus Beispielen 3-5, sowie Vergleichsbeispiel 1b beschriebenen Drahtlacken beschichtet (Sololackierung). Die resultierende Schichtstärke beträgt 45 µm.

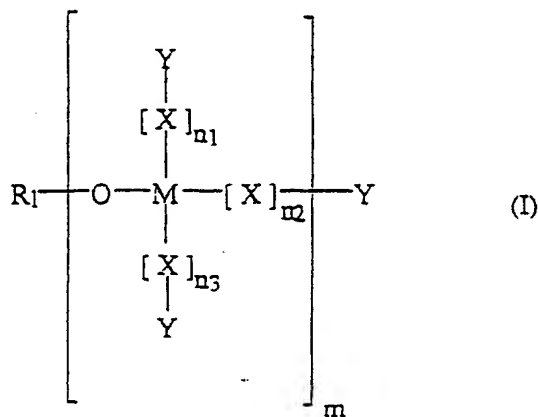
Tabelle 1

Technische Daten der resultierenden Kupferlackdrähte (nach DIN 46453 bzw. DIN EN 60851)

	Vgl.Bsp.1b	Bsp. 3	Bsp. 4°	Bsp. 5
Erweichungstemperatur	394°C	380°C	376°C	402°C
Wärmeschock 1xd	220°C	280°C	280°C	300°C
Haftung und Dehnbarkeit beim Wickeln 1xd	25 %	15 %	20 %	25 %
Lebensdauer am Umrichter 25°C	0,8 h	> 1000h	> 1000h	> 1000h
Lebensdauer am Umrichter 155°C	0,5 h	68 h	78 h	70 h
Lackierfähigkeit	i.O.	i.O.	i.O.	i.O.

## Patentansprüche

1. Für elektrische Leiter geeignete Beschichtungszusammensetzung, enthaltend
  - A. 5 bis 100 Gew.-% eines oder mehrerer anorganisch-organischer Hybridpolymerer mit einem Gehalt an Titan, Zirkon, Hafnium, Silicium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und/oder Tantal,
  - B. 0 bis 90 Gew.-% eines oder mehrerer üblicher Bindemittel und
  - C. 0 bis 95 Gew.-% eines oder mehrerer üblicher Additive, Lösemittel, Pigmente und/oder Füllstoffe,
 wobei das anorganisch-organische Hybridpolymer folgender allgemeiner Formel I entspricht:



mit  $n_1, n_2, n_3$  jeweils  $\geq 0$  und ganzzahlig und  $m \geq 1$ , wobei gilt  $1/(m+n_1+n_2+n_3) = 0.005$  bis  $1.0$ , wobei  $M = \text{Titan, Zirkonium, Hafnium, Silizium, Vanadin, Bor, Aluminium, Germanium, Gallium, Zinn, Blei, Nickel und/oder Tantal}$ .

$X =$  über Sauerstoff gebundene elementorganische Verbindungen; über Sauerstoff gebundene Polymerreste; über Sauerstoff gebundene Aromaten; über Sauerstoff gebundene Aliphaten, Alkohole, Ester, und Ether; nicht über Sauerstoff gebundene Aromaten und Aliphaten; und/oder Chelatbildner;

$Y = \text{Wasserstoff, OR}_2, \text{OR}_3, \text{ und/oder OR}_4, \text{ und}$

$R_1$  bis  $R_5$  Polymerreste, Aromaten, Aliphaten, Ester, Ether, Alkoholate, Fette und Chelatbildner sein können, wobei die verschiedenen Reste  $M, X, Y$  und  $R_1$  bis  $R_5$  jeweils gleich, teilweise gleich oder unterschiedlich sein können.

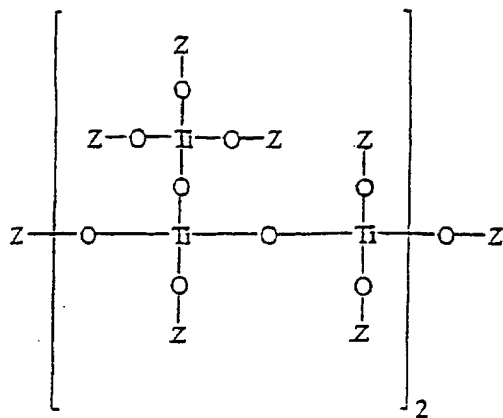
2. Beschichtungszusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Reste  $X$   $\text{OTi(OR}_5)_2, \text{OZr(OR}_5)_2, \text{Acrylat-, Polyesterharze, Aminotriethanolat, Acetylaketonat und/oder Triethylenglykolat}$  sind.

3. Beschichtungszusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Substituenten  $Y$  Butyldiglykolat, TIEIC-Polyesterimidharze, TIEIC-Polyesterharze, Polyurethanharze und/oder Acrylatharze sind.

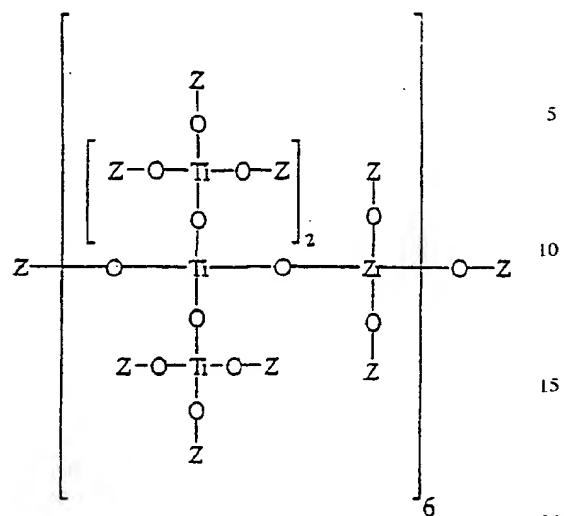
4. Beschichtungszusammensetzung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Reste  $R_1$  bis  $R_5$ , die gleich oder verschieden sein können, Acrylat-, Phenol-, Melamin-, Polyurethan-, Polyester-, Polyesterimid-, Polysulfid-, Epoxid-, Polyamid- und/oder Polyvinylformalharze sind.

5. Beschichtungszusammensetzung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppe  $X$  eine über Sauerstoff gebundene elementorganische Verbindung mit den Elementen Titan, Zirkonium, Silicium und/oder Hafnium ist.

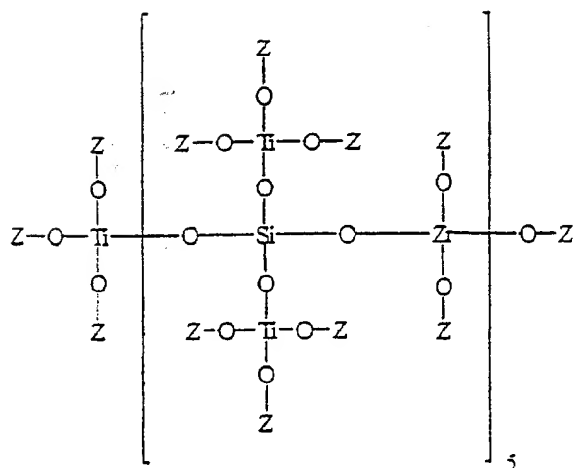
6. Beschichtungszusammensetzung nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganisch-organischen Hybridpolymere der Komponente A folgende allgemeine Formeln aufweisen:



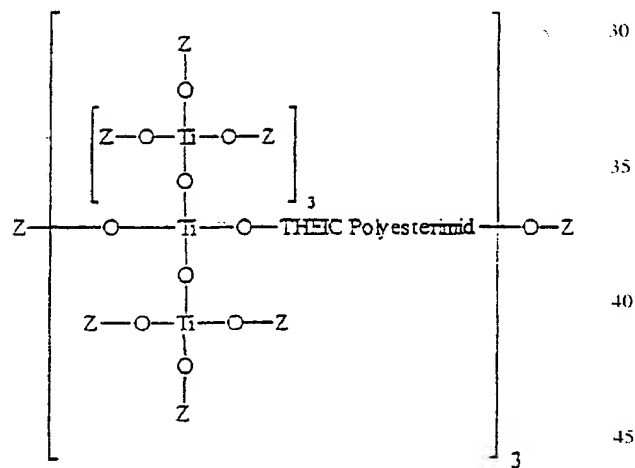
(II)



(III)



(IV)



(V)

worin die Reste Z, die gleich oder verschieden sein können, organische Substituenten darstellen.

7. Beschreibungszusammensetzung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Reste Z Butyldiglykolat, Acetylacetonat, Aminotriethanolat, Butylat, Ethylenglykolat, Polyesterimid- und/oder Epoxid-Harze darstellen.

8. Verfahren zur Beschichtung von metallischen Leitern durch Auftrag einer Beschichtungszusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, daß eine Beschichtungszusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 aufgetragen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als metallischer Leiter ein elektrisch leitfähiger Draht oder eine Drahtwicklung eingesetzt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Drahtwicklung durch Beschichtung fixiert wird, wobei die Beschichtung durch eine Tränkebehandlung und Härtung bei erhöhter Temperatur erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein vorbeschichteter elektrischer Leiter eingesetzt wird.

12. Verwendung der Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Beschichtung von metallischen Leitern.

13. Verwendung der Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Fixierung von Drahtwicklungen aus elektrischen Leitern.

- Leerseite -